

塑料注射模排气系统结构设计^{*}

杨占尧

赵卫兵

(河南机电高等专科学校,新乡 453002) (安阳工学院机械系,安阳 455000)

摘要 分析塑料件生产过程中模具内气体的来源及由此诱发的成型缺陷,阐述塑料注射模排气系统的结构设计要点,列表给出常用塑料排气槽厚度的经验取值,介绍常见的排气形式,举例说明了CAE技术在塑料注射模排气系统设计中的应用。

关键词 注射模 排气系统 结构设计 CAE模拟

注射模的排气是模具设计中不可忽视的一个重要问题,而快速注射成型工艺的发展对注射模排气的要求更加严格。注射模内聚集的气体主要有以下4个来源:①进料系统和型腔中原来就存有的空气;②塑料含有的水分在注射温度下蒸发而形成的水蒸气;③由于注射温度过高,塑料分解所产生的气体;④塑料中某些助剂挥发或化学反应所生成的气体。这些气体如果不能及时排出,将诱发各种各样的成型缺陷。

1 排气不良所诱发的成型缺陷

由于注射模的排气不良,可能诱发以下成型缺陷:

(1) 气体经受大的压缩而产生反压力,而这种反压力增加了熔体充模流动的阻力,妨碍熔体正常快速充模,使模具型腔不能充满,特别是熔体最后到达的部位,并导致塑料件棱边不清。

(2) 熔接部分接合强度降低,甚至由于熔体接合处气体未及时排出而出现虚假的熔接,致使塑料件力学性能降低。

(3) 型腔内气体受到压缩后,产生热量而使熔体局部温度上升,造成熔体分解变色甚至烧焦炭化。这种由空气被压缩而产生的热量能使熔体局部温度上升至高达600℃,使熔体粘度降低,塑料件出现毛刺^[1]。

(4) 塑料件光泽面上呈现暗色,表面装饰纹不清晰。

(5) 因塑料件表面附着气化物而脱模不佳。

(6) 降低充模速度,使塑料件成型的周期延长(尤其是高速注射),严重影响生产效率。

(7) 气体被压缩后,会渗入到塑料内层,致使塑料件中出现气泡、气孔、组织疏松、剥层、银丝和光泽暗淡等外观缺陷。

特别是对于大型塑料件、容器类塑料件和精密

塑料件,排气系统将对它们的品质带来很大的影响。在高速成型中排气系统的作用则更为重要。此外,在开模和顶出塑料件时,由于拔模斜度小的容器类塑料件与型芯之间形成真空而难以从型芯上脱出,这时需采用相应的引气结构通入压缩空气以保证顺利脱模。

2 排气系统的设计要点

注射模排气系统的设计,要保证迅速、完全排气,排气速度与充模速度相适应。排气系统应尽量设计在分型面上,其中孔、槽的设计应使溢料产生的毛边不妨碍制件的脱模。为了模具制造和清模的方便,排气槽应尽量设在凹模一侧。排气孔、槽尽量设在塑料件较厚的成型部位,其方向不应朝向操作面,防止注射溢料伤人,并且要设在料流的终点,如流道、冷料井的末端。排气孔、槽的设计不应有死角,并且其表面应进行抛光处理,以防止积存冷料。排气系统的设计应与模具分型面、浇口的选用进行综合考虑^[2]。

根据经验,常用塑料排气槽厚度的取值如表1所示。

表1 常用塑料排气槽厚度

塑料名称	排气槽厚度/mm
尼龙类	≤0.015
聚烯烃塑料	≤0.02
PS、ABS、AS、ASA、SAN、POM、 增强尼龙、PBT、PET	≤0.03
PC、PSU、PVC、PPO、 丙烯酸塑料、其它增强塑料	≤0.04

3 常见的排气形式

塑料注射模常见的排气形式有利用拼镶件缝隙排气、利用排气槽排气、利用分型面排气、利用推杆

^{*} 河南省科技攻关项目(0224370084)

间隙排气、利用粉末烧结合金块排气和强制排气等形式。

(1) 利用拼镶件缝隙排气。对于组合式的型腔或型芯可利用其拼合的缝隙排气,其结构如图 1 所示。

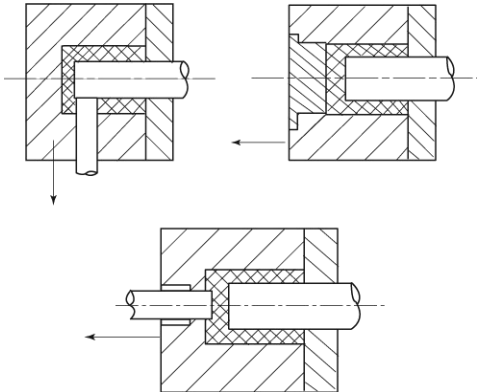
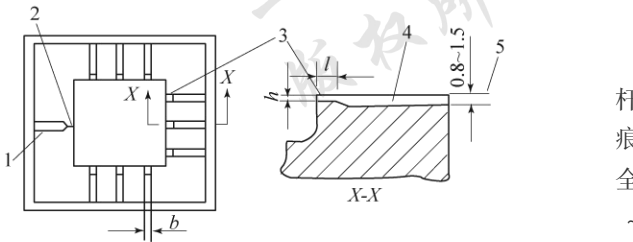


图 1 利用拼镶件缝隙排气的结构形式

(2) 利用排气槽排气。对于成型大中型塑料件的模具,需要排出的气体量较大,通常应开设排气槽。排气槽应开设在分型面凹模一边,其位置以处于熔体流动末端为好。排气槽宽度 $b=3\sim5\text{ mm}$,厚度 h 小于 0.05 mm ,长度 $l=0.7\sim1.0\text{ mm}$ 。利用排气槽排气的结构形式如图 2 所示。



1—分流道; 2—浇口; 3—排气槽; 4—导向沟; 5—分型面

图 2 利用排气槽排气的结构形式

(3) 利用分型面排气。对于小型模具可利用分型面排气,如图 3 所示。

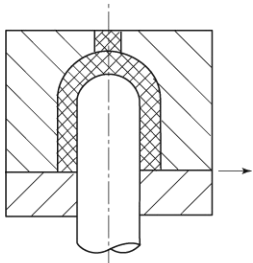


图 3 利用分型面排气的结构形式

(4) 利用推杆间隙排气。利用推杆和模板或型芯的配合间隙排气,或有意增加推杆和模板或型芯的配合间隙,从而达到排气的目的。利用推杆间隙

排气的结构形式如图 4 所示。

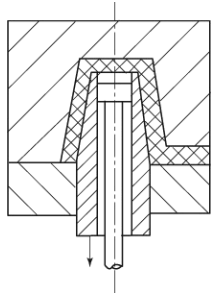
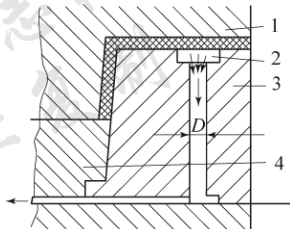


图 4 利用推杆间隙排气的结构形式

(5) 利用粉末烧结合金块排气。粉末烧结合金块是用小颗粒合金烧结而成的材料,质地松软,有透气性,允许气体通过。在需要的部位放置一块这样的合金块就能达到排气的效果,如图 5 所示。但其底部通气孔直径 D 不宜太大,以保证底部有足够的支撑面积。



1—凹模; 2—合金块; 3—型芯; 4—固定板

图 5 利用粉末烧结合金块排气的结构形式

(6) 强制排气。在封闭气体的部位,设置排气杆,这种排气方法效果好,但会在塑料件上留下杆件痕迹。强制排气的结构形式如图 6 所示,其中 a 是全周间隙,一般取 $0.03\sim0.05\text{ mm}$, b 是沟槽,深 $0.2\sim0.3\text{ mm}$, c 是通向外壁的沟槽,深 0.5 mm , $h=0.5\text{ mm}$ 。

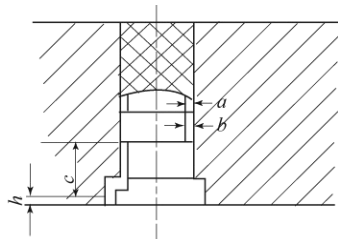


图 6 强制排气的结构形式

实际工作中接触到的模具排气问题远远不止这些,出现的情况千变万化,只有在实践中多动脑筋、善于观察、及时总结经验,才能生产出质量好的塑料件。

图 7 是太阳伞上的零件示意图,其内部是螺纹结构,不可能用在顶杆上设潜伏浇口的方式进料,而外表面是半球形,且对外表面的要求比较高,用顶部

进料方式进料会在半球的顶端留下一个 1 mm 的圆形料把。即使采用其它方法,通过零件的外表面仍然无法解决排气问题,故尝试通过零件的内表面来解决排气问题,这样可采用两种方式,如图 8 所示。图 8a 为利用排气销排气,在螺纹件的中间加一个排气销,气体可通过螺纹嵌件与排气销的配合间隙排出去。不过这种结构有个缺点,即嵌件与销的配合太紧会导致不能排气,而太松则销又可能从嵌件中脱落。图 8b 为利用拼接缝排气,通过一个内六角螺丝把内表面成型的半球体与螺纹嵌件连接起来,型腔内的气体可以通过半球体与嵌件端面接触部分的间隙排出。由于有螺钉连接,这种结构非常牢靠。

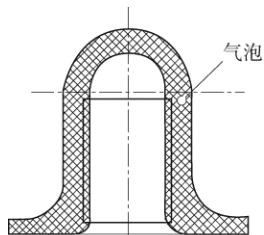
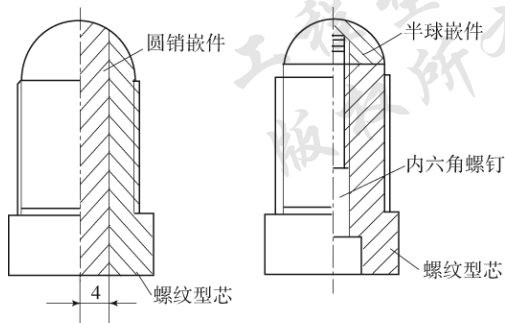


图 7 太阳伞零件



(a) 利用排气销排气; b—利用拼接缝排气

图 8 利用排气销排气和利用拼接缝排气

4 CAE 技术在排气系统设计中的应用

计算机辅助分析计算与仿真(CAE)系统分析是解决排气系统设计的理想工具。因为该工具建立在相对准确的数学模型基础上,从而可以近似获得实际指导生产实践的结果。采用 CAE 系统分析,首先要明确分析要求和重点,不同的制品进行分析的目的是不同的;随后分析各影响因素,初步确定修改或变动哪些参数,然后对分析结果进行评价,评价其是否达到本次分析的主要目的,否则必须根据模拟结果寻求新的方案,包括调整某些参数、位置等,然后再进行新的模拟,只有这样才能获得准确的分析结果^[3]。

深腔壳形制件是塑料件中最常见的一种结构形式,模具中的成型零件一般是整体式结构,因此其排气常通过分型面来完成。然而在试模中却发现极易出现因排气不良引起的填充不满现象,当改变成型温度时,充填不满现象又会有所改变,因此必须找出一个合理的成型温度。如图 9 所示的制件,材料为 HDPE,当料筒温度为 160 ~180℃、模具温度为 50℃ 时,熔体在型腔内的填充正常;当料筒温度升高到 200 ~280℃ 时,在桶的外圆出现了横向塌陷,再继续升高料筒温度时,横向塌陷现象又会消失,取而代之的是垂直料线,如再继续升高温度,垂直料线也会消失,但由于所用塑料是结晶性材料,过高的成型温度会导致结晶度过大,出现脆化现象,使制品无法使用。以上结果是通过多次试模得出的结论,不但费时费力还增加成本。如果采用 CAE 系统来模拟各种成型工艺条件,就可以找到最佳的料筒温度,从而减少试模造成的浪费。

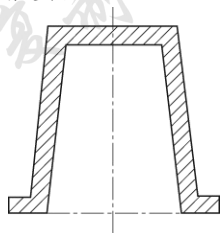


图 9 深腔壳形制件图

5 注塑生产中排气问题的处理

经过试模和生产验证的模具,排气问题已经基本解决。在注塑生产中如发现与排气有关的注塑缺陷,首先应从以下方面着手解决:

(1) 调整注射温度、模具温度、注射速率和注塑压力,对充模流动方式施加影响。

(2) 检查塑料干燥情况和脱模剂的使用情况。

(3) 检查模具排气通道是否畅通,冷却液是否泄漏。上述措施仍不奏效,再考虑在模具上采取排气措施。

6 结语

注射模排气不良会诱发各种成型缺陷,对制品的成型质量造成较大影响。合理地设计注射模排气系统,并使用 CAE 技术进行模拟,可以降低试模成本,生产出高质量的塑料件。

参考文献

- 唐文鸿. 排气系统在注射模中的应用. 模具工业, 2002(6): 38
- 张文玉, 刘先兰. 模具排气系统的设计. 机械工人, 2002(4): 32
- 吕超珍. CAE 技术在解决注射模排气问题中的应用. 轻工机械, 2003(1): 17

STRUCTURE DESIGN OF AIR EXHAUST SYSTEM OF PLASTIC INJECTION MOULD

Yang Zhanyao

(Henan Mechanical and Electrical Engineering College, Xinxiang 453002, China)

Zhao Weibing

(Department of Mechanical Engineering, Anyang Institute of Technology, Anyang 455000, China)

ABSTRACT The air source in the mould during plastic piece production and molding defects causing by it are analyzed. The key points in designing air exhaust system of plastic injection mould are expounded, and the empiric value of common exhaust slot thickness is listed. The common forms of air exhaust are presented, and the application of CAE technique in the air exhaust system design of plastic injection mould is illustrated.

KEYWORDS injection mould, air exhaust system, structure design, CAE analogue

欢迎订阅《工程塑料应用》及合订本光盘
《化学分析计量》及合订本光盘

邮发代号 24-42, 24-138 全国各地邮局均可订阅

欢迎读者直接通过邮局或银行汇款向《工程塑料应用》杂志社订阅《工程塑料应用》及合订本光盘,《化学分析计量》及合订本光盘,请注明订阅期刊/光盘的名称、收件人、邮编及地址。

《工程塑料应用》国内外公开发行的全国性塑料专业技术类刊物,月刊,大16开本,每月10日出版。本刊为中文核心期刊,是中国工程塑料工业协会会刊,荣获首届、第二届、第三届国家期刊奖等21项国家、省部级优秀期刊奖,入选美国化学文摘(CA)千种表。2005年定价7.5元/期,全年90元。1986年以来的期刊价目见表1。欢迎读者来函(附名片)免费索取样刊。

《工程塑料应用》合订本光盘 我社已将《工程塑料应用》自创刊号(1973年)至2004年底共32卷181期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售。利用该合订本光盘,既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅本刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文,又可以根据读者自定义的关键词进行全文检索,非常方便、实用。该套合订本光盘共4张,可分盘检索也可跨盘检索,全套光盘优惠价500元。

《化学分析计量》国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物,双月刊,大16开本,单月20日出版。本刊荣获3项省部级优秀期刊奖,被美国化学文摘(CA)收录。2005年定价7.5元/期,全年45元。创刊号以来的期刊价目见表2。欢迎读者来函(附名片)免费索取样刊。

《化学分析计量》合订本光盘 我社已将《化学分析计量》自创刊号(1992年)至2004年底共13卷41期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售。利用该合订本光盘,既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅本刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文,又可根据读者自定义的关键词进行全文检索,非常方便、实用。该合订本光盘优惠价150元。

邮局汇款:

收款单位: 山东省济南市 108 信箱杂志社
邮编: 250031 传真: (0531) 85947355 85878224
电话: (0531) 85878223 85878278

表 1 《工程塑料应用》单册期刊、合订本价格表

年 份	期 数	每册单价/元	全年定价/元	合订本/元
1986 ~1989	16	0.825	13.2	19
1990 ~1992	12	1.4	16.8	23
1993、1994	10	2.4	24	30
1995	6	2.8	16.8	23
1996	6	4	24	30
1997	6	5	30	36
1998	12	3.5	42	48
1999	12	4	48	54
2000	12	5	60	66
2001	12	5.5	66	78(两本)
2002	12	6	72	84(两本)
2003	12	6.5	78	90(两本)
2004	12	7	84	96(两本)
2005	12	7.5	90	102(两本)
合计	152		664.8	700(优惠)

表 2 《化学分析计量》单册期刊、合订本价格表

年 份	期数	每册单价/元	全年定价/元	合订本/元
创刊号 ~1998	9	4	36	42
1999	4	3.5	14	64
2000	4	5	20	
2001	6	4	24	
2002	6	5	30	72
2003	6	6	36	
2004	6	7	42	93
2005	6	7.5	45	
合计	47		247	260(优惠)

银行汇款:

户 名: 中国兵器工业集团第五三研究所
开户银行: 济南市工商银行八一分理处
帐 号: 1602001209014424079